

**PENGARUH SUHU PEMADATAN TERHADAP KINERJA
MARSHALL PADA CAMPURAN CPHMA MENGGUNAKAN LGA
DAN ASPAL MINYAK PENETRASI 60/70**

NASKAH PUBLIKASI

TEKNIK SIPIL KONSENTRASI TRANSPORTASI

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh
gelar Sarjana Teknik



FRIGI FIRSTYAN 115060100111019

GABRIEL BAGUS 115060100111053

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2015**

PENGARUH SUHU PEMADATAN TERHADAP KINERJA MARSHALL PADA
CAMPURAN CPHMA MENGGUNAKAN LGA DAN ASPAL MINYAK
PENETRASI 60/70

**Frigi Firstyan, Gabriel Bagus, Ir. Ludfi Djakfar, MSCE, Ph.D, dan
Hendi Bowoputro, ST, MT.**

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jalan M.T. Haryono 167 Malang 65145, Jawa Timur-Indonesia
E-mail: frigifirst@yahoo.com dan gabriel_bagus@yahoo.com

ABSTRAK

Aspal buton merupakan salah satu aspal alam yang hanya terdapat di Indonesia dan akhir akhir ini banyak dimanfaatkan. Jumlahnya yang banyak dapat digunakan sebagai salah satu alternatif untuk mengisi kekurangan produksi aspal minyak di Indonesia. Salah satu produk dari asbuton yang dapat dimanfaatkan sebagai alternatif pengganti aspal minyak adalah LGA (*Lawelle Granular Asphalt*). Kajian ini memiliki tujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh penambahan aspal minyak pada campuran CPHMA (*Cold Paving Hot Mix Asbuton*) dan suhu pemadatan terhadap karakteristik Marshall dari campuran CPHMA. Pembuatan benda uji menggunakan *Lawelle Granular Asphalt* (LGA) dan aspal minyak sesuai dengan proporsi yang telah ditentukan serta ditambah agregat lokal dari Purwosari dan modifier. Digunakan dua macam perlakuan yaitu suhu pemadatan 25°C, 37,5°C, 50°C, 67,5°C dan penambahan aspal minyak sebesar 5%, 10%, 15%, 20%. Dari hasil analisis didapatkan suhu pemadatan optimum sebesar 90°C dan penambahan aspal minyak sebesar 7,653% yang didapatkan dari hasil iterasi persamaan $VIM (z = 25.0323 - 0,13041x - 0,45944y + 0,000225x^2 + 0,047268y^2 - 0,005576xy - 0,00000111x^2y^2)$. Berdasarkan nilai suhu optimum dan penambahan aspal minyak optimum diatas didapatkan nilai stabilitas, *flow*, *marshall quotient*, *VIM*, *Void in Mineral Agregat (VMA)*, dan *Void Filled with Bitumen (VFB)* berturut turut sebesar 1468,770 kg; 3,875mm; 419,273; 15,834%; 26,399%; dan 41,610%. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan suhu pemadatan yang divariasi hingga suhu 90°C sesuai dengan hasil iterasi yang sudah didapatkan. Dan perlu diperhatikan dalam pembuatan rancangan percobaan. Diharapkan penelitian selanjutnya melakukan pengujian terhadap berat jenis campuran dari aspal minyak dan LGA sesuai dengan proporsi tiap rancangan percobaan. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai penentuan suhu pemadatan optimum dikarenakan suhu pemadatan optimum yang diperoleh dari proses iterasi melebihi batas suhu pemadatan yang diteliti.

Kata Kunci: Aspal Minyak Penetrasi 60/70, Karakteristik Marshall, Aspal Buton, *Lawelle Granular Asphalt*, *CPHMA*.

1. PENDAHULUAN

Aspal buton merupakan salah satu aspal alam yang hanya terdapat di pulau Buton, Sulawesi Tenggara, Indonesia. Aspal alam yang tersedia di pulau Buton merupakan cadangan aspal yang jumlahnya besar dan merupakan

cadangan aspal alam terbesar di dunia. Dengan banyaknya jumlah yang tersedia, maka asbuton dapat digunakan sebagai salah satu alternatif bahan pengganti aspal minyak.

Salah satu hasil pengolahan dari aspal Buton yang saat ini banyak

digunakan untuk lapis perkerasan adalah LGA (*Lawelle Granular Asphalt*). LGA merupakan bahan utama campuran dengan metode CPHMA (*Cold Paving Hot Mix Asbuton*) yang hampir menyerupai campuran *Hot Mix*. CPHMA merupakan campuran yang dibuat atau dicampur pada suhu tinggi dan dapat dipadatkan pada suhu rendah.

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat diketahui bagaimana pengaruh suhu pemadatan dan penambahan sejumlah aspal minyak terhadap nilai karakteristik Marshall pada campuran dengan metode CPHMA.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Agregat

Agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lainnya, baik berupa hasil alam maupun buatan (Petunjuk Pelaksanaan Laston Untuk Jalan Raya SKBI - 2.4.26.1987)

Menurut (Silvia Sukirman, 1999), agregat dapat dibedakan berdasarkan besar partikel butirannya yaitu:

1. Agregat Kasar, merupakan agregat yang memiliki ukuran butiran lebih besar dari 4,75 mm menurut ASTM atau lebih besar dari 2 mm menurut AASHTO
2. Agregat halus, merupakan agregat yang memiliki ukuran butiran lebih kecil dari 4,75 mm menurut ASTM atau lebih kecil dari 2 mm dan lebih besar dari 0,75 mm menurut AASHTO

3. Bahan pengisi (filler), merupakan bagian dari agregat halus umumnya lolos saringan No. 200

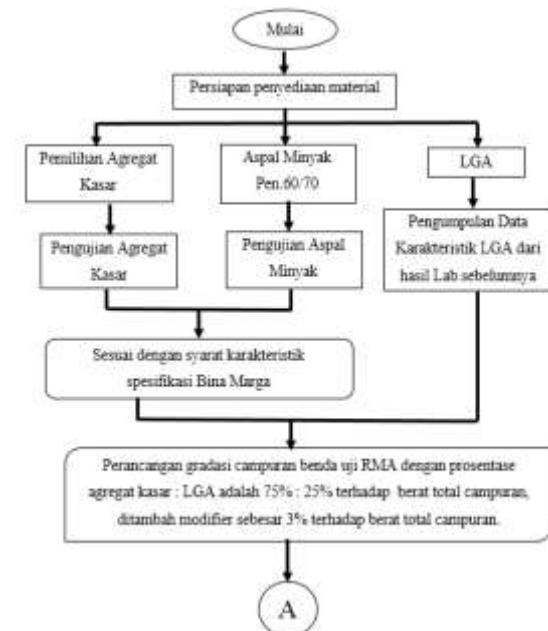
2.2 Cold Paving Hot Mix Asbuton

Menurut buku pedoman bahan konstruksi (Kementerian PU, 2013), *Cold Paving Hot Mix Asbuton (CPHMA)* merupakan campuran beraspal yang mengandung asbuton dan bahan tambah lainnya, yang dicampur secara panas, harus dihampar dan dipadatkan dalam keadaan dingin.

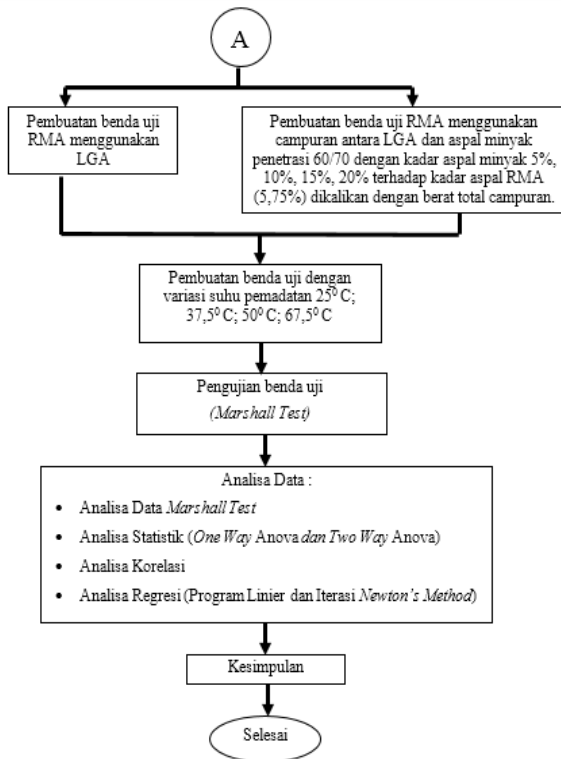
2.3 Aspal Cement (AC)

Aspal keras/panas (Asphalt Cement) adalah aspal yang digunakan dalam keadaan cair dan panas. Aspal ini berbentuk padat pada keadaan penyimpanan (Silvia Sukirman, 1999)

3. METODE PENELITIAN



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Suhu pemadatan divariasi sebanyak 4 macam dan penambahan aspal minyak divariasi sebanyak 5 macam. Jumlah benda uji dapat dilihat dari tabel 3.1

Tabel 3.1 Rancangan Benda Uji

Kadar Aspal	Suhu Pemadatan			
	25	37,5	50	67,5
(LGA)	3	3	3	3
(LGA + 5% Pen.60/70)	3	3	3	3
(LGA + 10% Pen.60/70)	3	3	3	3
(LGA + 15% Pen.60/70)	3	3	3	3
(LGA + 20% Pen.60/70)	3	3	3	3
TOTAL	60			

Sumber: Hasil Analisis

Penentuan proporsi campuran menggunakan spesifikasi dari pabrik tempat LGA diperoleh yaitu 75% LGA, 25% Agregat, dan 3% modifier. Gradasi rancangan yang digunakan dalam pembuatan benda uji dapat dilihat dari tabel 3.3. Selain itu, perbandingan proporsi antara LGA dan aspal minyak yang digunakan dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Proporsi LGA dan Aspal Minyak Tiap Benda Uji

Benda uji	AC 60/70		LGA		Total	AGREGAT TOTAL	MODIFIER	
	%	GRAM	%	GRAM			%	GRAM
5%	0,002875	2,875	98,85	247,125	250	750	3	30
10%	0,00575	5,75	97,7	244,25	250	750	3	30
15%	0,008625	8,625	96,55	241,375	250	750	3	30
20%	0,0115	11,5	95,4	238,5	250	750	3	30

Tabel 3.3 Gradasi Rancangan yang Digunakan

Berat Acuan = 1000 gram							
Ukuran Saringan	Batas Atas	Batas bawah	Rancangan	Pen. 60/70	LGA	Modifier	Berat Agregat
	%	%	%	gram	gram	gram	gram
3/4" (19 mm)	100	100	100				0
1/2" (12,5 mm)	100	90	95				37,5
3/8" (9,5 mm)	-	-	-				-
No.4 (4,76 mm)	70	45	51,8				324
No.8 (2,36 mm)	55	25	25,1	0	250	30	200,25
No.50 (0,3 mm)	20	5	17,2				59,25
No.200 (0,075 mm)	9	2	6,8				78
Pan	0	0	0				51
Total					280		750

Sumber: Hasil Analisis

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Agregat dan LGA

Hasil LGA dan pengujian agregat dapat dilihat dari tabel 4.1 dan 4.2.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Karakteristik LGA hasil ekstraksi

No.	Jenis Pengujian	Satuan	Hasil Pengujian
1	Penetrasi (25 ⁰ C, 100gr, 5dt)	0,1 mm	55
2	Titik Lembek (Ring & Ball)	⁰ C	54,8
3	Titik Nyala (Clev. Open Cup)	⁰ C	-
4	Titik Bakar (Clev. Open Cup)	⁰ C	-
5	Daktilitas (25 ⁰ C, 5cm/mnt)	cm	>140
6	Berat Jenis (25 ⁰ C)	-	1,019
7	Kadar Aspal	%	22-25

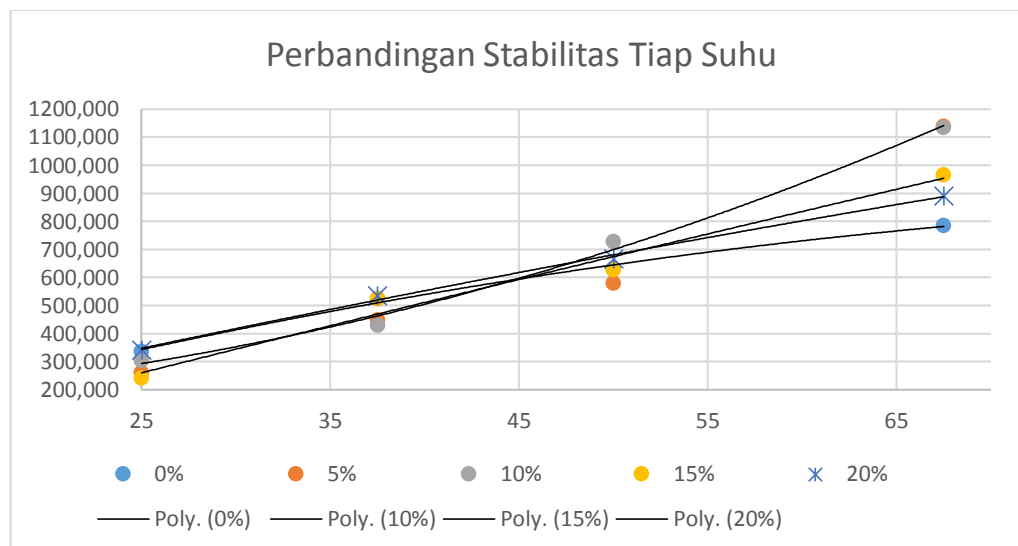
Sumber : PT. Mitra Bersama Indonesia

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Karakteristik Agregat

No.	Jenis Pengujian	Satuan	Hasil Pengujian	Spek. Bina Marga	
				Min.	Max.
<u>Agregat Kasar</u>					
1	Penyerapan Agregat	%	0,542	-	3
2	Berat Jenis Bulk	-	2,71	2,5	-
3	Berat Jenis SSD	-	2,724	-	-
4	Berat Jenis Semu (apparent)	-	2,750	-	-
5	Kelekatan Aspal	%	-	95	
6	Soudness	%	-	-	2,35
7	Abrasi Los Angeles	%	12,96	-	40
8	Indeks Kepipihan	%	12,96	-	25
9	Indek Kelonjongan	%	2,74	-	25
10	Ketahanan terhadap tumbukan (AIV)	%	15,06	-	30
<u>Agregat Halus</u>					
11	Penyerapan Agregat	%	2,459	-	3
12	Berat Jenis Bulk	-	2,51	2,5	-
13	Berat Jenis SSD	-	2,57	-	-
14	Berat Jenis Semu (apparent)	-	2,68	-	-
<u>Mineral Filler</u>					
15	Berat Jenis Bulk	-	2,51	-	-
16	Berat Jenis SSD	-	2,57	-	-
17	Berat Jenis Semu (apparent)	-	2,68	-	-

Sumber : Hasil analisis

4.2 Pengujian Stabilitas

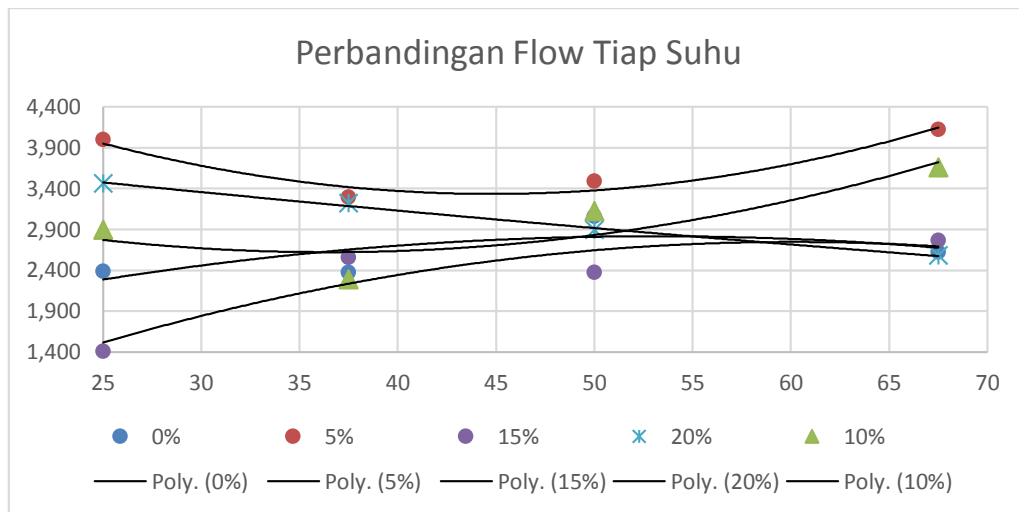


Gambar 4.1 Grafik hubungan stabilitas dengan suhu pemadatan pada masing – masing proporsi campuran agregat

Dari grafik 4.1 dapat diketahui bahwa nilai stabilitas bertambah seiring dengan kenaikan suhu pemadatan dari campuran *CPHMA*. Selain itu, penambahan kadar aspal yang dilakukan juga semakin meningkatkan nilai stabilitas. Hal ini disebabkan karena suhu yang semakin tinggi akan memudahkan butiran agregat

saling berikatan dan terselimuti oleh aspal. Dan kadar aspal yang tinggi juga akan mengisi rongga – rongga antar campuran sehingga terjadi ikatan yang kuat, yang membuat campuran benda uji semakin tinggi nilai stabilitasnya.

4.3 Pengujian *Flow*



Gambar 4.2 Grafik hubungan *flow* dengan suhu pemadatan pada masing – masing proporsi campuran agregat

Dari grafik 4.2 diatas dapat diketahui bahwa benda uji pada dengan penambahan kadar aspal 0% dan 15% mendapatkan nilai *flow* tinggi pada suhu 50°C, dan pada penambahan kadar aspal 5% dan 10% didapatkan nilai *flow* tinggi pada suhu 67,5°C. Tetapi pada penambahan kadar aspal 20% terjadi penurunan pada

nilai *flow* seiring meningkatnya suhu pemadatan. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan kadar aspal dan perubahan suhu pemadatan tidak terlalu memberikan pengaruh yang besar pada nilai *flow*.

4.4 Pengujian *MQ* (*Marshall Quotient*)

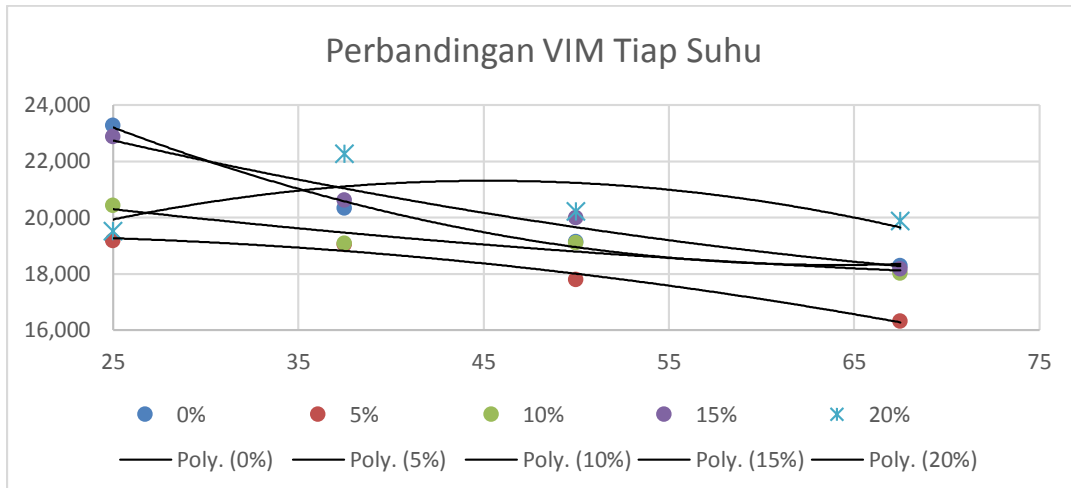


Gambar 4.3 Grafik hubungan *MQ* dengan suhu pemadatan pada masing – masing proporsi campuran agregat

Dari grafik 4.3 tersebut dapat diketahui bahwa suhu pemadatan meningkatkan nilai *Marshall Quotient* dari campuran *CPHMA*. Selain itu, penambahan proporsi kadar aspal minyak pada campuran *CPHMA* juga meningkatkan nilai dari *Marshall Quotient*. Hal ini menunjukkan bahwa kenaikan suhu yang terjadi membuat campuran lebih getas, sehingga nilai *Marshall Quotient* meningkat. Nilai *Marshall Quotient* sangat dipengaruhi oleh nilai stabilitas dan *flow*. Semakin tinggi nilai stabilitas terhadap nilai *flow*, maka nilai *MQ* (*Marshall Quotient*) juga akan semakin tinggi.

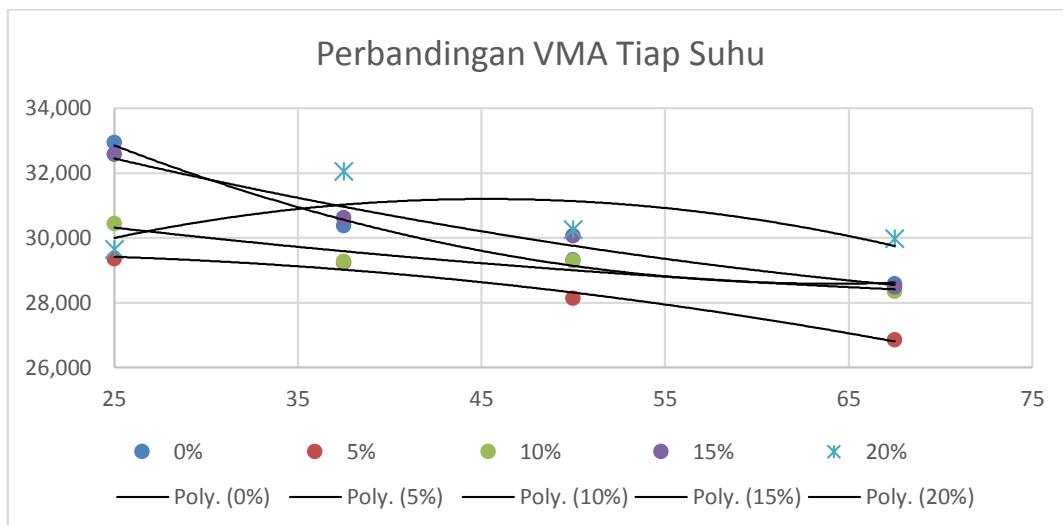
4.5 Pengujian *VIM* (*Void In Mix*)

Dari grafik 4.4 tersebut dapat diketahui bahwa keseluruhan benda uji mengalami penurunan nilai *VIM* seiring dengan kenaikan suhu pemadatan pada campuran *CPHMA*. Dan penambahan proporsi kadar aspal pada campuran benda uji *CPHMA* juga menyebabkan rongga dalam campuran terisi merata sehingga ikatan antar agregat semakin kuat, yang mana menyebabkan nilai *VIM* menurun. Hal ini menandakan bahwa rongga yang ada di dalam campuran berkurang karena terisi oleh aspal, sehingga butiran material menjadi rapat pada saat dipadatkan, seiring dengan kenaikan suhu pemadatan. Untuk keseluruhan benda uji yang ada, nilai *VIM* yang dihasilkan tidak ada yang memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh Bina Marga yaitu sebesar 4 – 10%.



Gambar 4.4 Grafik hubungan *VIM* dengan suhu pemadatan pada masing – masing proporsi campuran agregat

4.6 Pengujian *VMA* (*Void in Mixed Agregate*)



Gambar 4.5 Grafik hubungan *VMA* dengan suhu pemadatan pada masing – masing proporsi campuran agregat

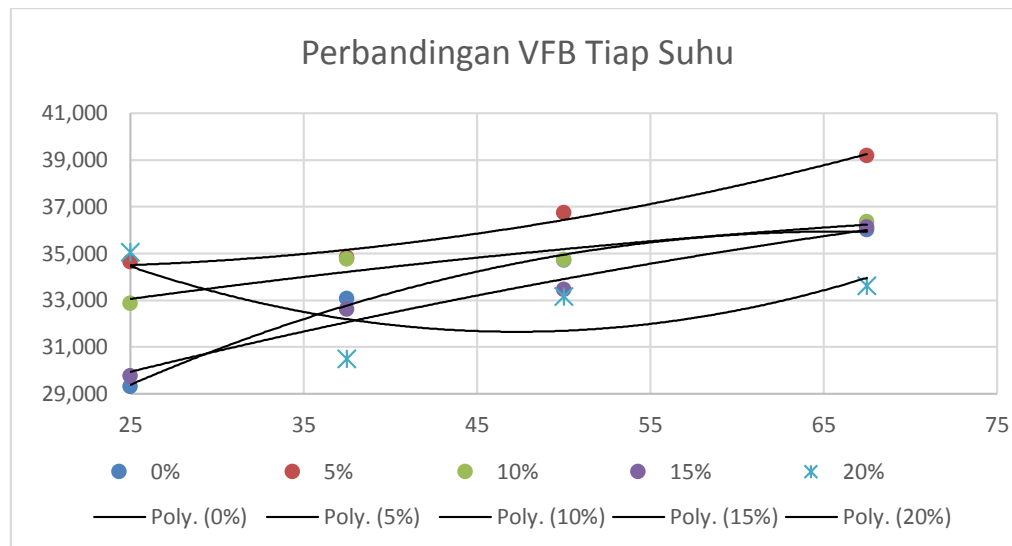
Dari grafik 4.5 tersebut dapat diketahui bahwa keseluruhan benda uji mengalami penurunan nilai *VMA* seiring dengan kenaikan suhu pemadatan pada campuran *CPHMA*, hal ini disebabkan karena suhu pemadatan semakin rendah, butiran material akan sulit merapat dikarenakan viskositas aspal yang semakin

tinggi. Dan penambahan proporsi kadar aspal pada campuran benda uji *CPHMA* juga menyebabkan rongga dalam campuran terisi merata sehingga ikatan antar agregat semakin kuat, yang mana menyebabkan nilai *VMA* menurun. Tetapi nilai *VMA* yang terlalu tinggi menunjukkan bahwa rongga udara antar mineral agregat besar, hal ini

akan menyebabkan perkerasan jalan menjadi tidak tahan lama nantinya. Persyaratan yang ditetapkan oleh Bina Marga untuk nilai *VMA* adalah minimum 16%. Untuk keseluruhan benda uji yang

ada, nilai *VMA* yang dihasilkan memenuhi persyaratan yang sudah ditetapkan.

4.7 Pengujian *VFB* (*Void Filled with Bitumen*)



Gambar 4.6 Grafik hubungan *VFB* dengan suhu pemadatan pada masing – masing proporsi campuran agregat

Dari grafik 4.6 dapat dilihat bahwa nilai *VFB* pada keseluruhan benda uji mengalami kenaikan seiring dengan kenaikan suhu pemadatan. Terdapat perbedaan pada benda uji dengan penambahan aspal minyak 20% yang mengalami penurunan nilai *VFB* pada suhu 37,5°C hingga 50°C dan kemudian nilainya naik pada suhu 67,5°C. Kenaikan nilai *VFB* menyatakan bahwa rongga yang ada dalam campuran lebih banyak terisi aspal pada suhu pemadatan yang lebih tinggi. Dan penambahan kadar aspal juga meningkatkan nilai *VFB*. Untuk keseluruhan benda uji yang ada, nilai *VFB* yang dihasilkan tidak memenuhi persyaratan Bina Marga yaitu nilai minimum sebesar 60%.

4.8 Penentuan suhu pemadatan dan variasi campuran agregat optimum

Penentuan suhu pemadatan dan proporsi kadar aspal optimum dilakukan dengan metode korelasi dan regresi, yang kemudian dilanjutkan dengan cara Iterasi Newton (*Generallized Newton's Method*) melalui persamaan yang didapat dari hasil regresi antara suhu pemadatan dan kadar aspal. Proses ini dilakukan hingga mendapatkan nilai *x* dan *y* yang konstan. Nilai – nilai ini berturut-turut merupakan suhu pemadatan dan proporsi agregat maksimum. Hasil dari proses iterasi ditunjukkan pada tabel 4.3 dibawah ini.

Tabel 4.3 Rekapitulasi Nilai Optimum terhadap Parameter *VIM*

Parameter	Persamaan	Optimum		Nilai parameter		Keterangan
		Suhu Pemadatan	Kadar Aspal Minyak			
<i>VIM</i>	$25,0323-0,13041x-0,45944y+0,000225x^2+0,047268y^2-0,005576xy-0,0000011x^2y^2$	90	7.65263	Stabilitas	1468.770	memenuhi
				Flow	3.875	memenuhi
				MQ	419.273	-
				VIM	15.834	tidak memenuhi
				VMA	26.399	memenuhi
				VFB	41.610	tidak memenuhi

Sumber: Hasil Analisis

Dari tabel 4.3 dapat diketahui bahwa nilai karakteristik *Marshall* yang baik dan mendekati persyaratan adalah sebesar 7,653% dan dengan suhu pemadatan yang mendekati nilai standar yang berlaku adalah 90° C. Suhu pemadatan tersebut bukan merupakan suhu optimum dari campuran CPHMA, karena suhu optimum berada di luar rentang dan nilai karakteristik marshall akan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya suhu pemadatan.

Untuk nilai stabilitas optimum tidak didapatkan nilai optimumnya disebabkan karena nilai x dan y, yang merupakan variabel dari suhu pemadatan dan kadar aspal tidak mendapatkan nilai konstan sebagaimana syarat iterasi.

Dan dikarenakan suhu pemadatan yang diperoleh dari hasil analisis bukan merupakan suhu optimum, maka suhu pemadatan mengacu pada standar spesifikasi Kementerian Pekerjaan Umum yaitu *Spesifikasi Khusus Interim Asbuton Campuran Panas Hampar Dingin (Cold Paving Hotmix Asbuton) SKh-1.6.3.3*.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari Hasil Penelitian dapat disimpulkan bahwa:

- Nilai stabilitas, MQ dan *VFB* dari campuran CPHMA akan meningkat seiring dengan peningkatan suhu pemadatan. Dan suhu pemadatan mempengaruhi secara mutlak nilai stabilitas dan nilai MQ. Nilai *flow* juga semakin bertambah seiring peningkatan suhu pemadatan, namun perubahan yang terjadi tidak terlalu signifikan. Dari hasil analisis diatas, peningkatan suhu pemadatan akan menurunkan nilai *VIM* dan *VMA*. Nilai *VIM* dari hasil pengujian tidak memenuhi spesifikasi CPHMA dari Bina Marga, namun nilai *VMA* masih memenuhi persyaratan.
- Variasi penambahan kadar aspal minyak pen.60/70 memberikan pengaruh yang besar pada benda uji CPHMA. Penambahan kadar aspal akan meningkatkan nilai stabilitas, *flow*, *MQ*, dan *VFB*, namun tidak mengalami perubahan yang signifikan di tiap penambahan

- prosentase kadar aspal. Tetapi penambahan kadar aspal yang dilakukan menurunkan nilai *VIM* dan *VMA*.
- c. Suhu pemadatan dan kadar aspal yang menghasilkan nilai karakteristik marshall yang hampir memenuhi persyaratan yang ada yaitu sebesar 7,653% dan 90°C. stabilitas optimum tidak didapatkan nilai optimumnya, dikarenakan grafik hubungan antara stabilitas dengan suhu pemadatan dan kadar aspal merupakan grafik linier. Hal ini menunjukkan bahwa nilai stabilitas akan semakin meningkat seiring meningkatnya penambahan kadar aspal yang dilakukan dan peningkatan suhu pemadatan, sehingga proses iterasi tidak dapat diselesaikan karena nilai *x* dan *y* yang merupakan variabel dari suhu pemadatan dan kadar aspal tidak mendapatkan nilai konstan sebagaimana syarat iterasi.
 - d. Nilai karakteristik marshall dari hasil percobaan yang memenuhi spesifikasi dari bina marga hanya stabilitas, *flow*, dan *VMA*. Namun untuk *VIM* dan *VFB* tidak memenuhi persyaratan.
 - b. Pada penelitian selanjutnya diharapkan untuk melakukan pengujian di laboratorium untuk berat jenis campuran dari LGA dan aspal minyak sesuai dengan proporsi berat campuran.
 - c. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan nilai karakteristik Marshall yang memenuhi spesifikasi dari Bina Marga sehingga dapat diterapkan di lapangan.
 - d. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menaikkan suhu pemadatan hingga 90°C agar nilai karakteristik marshall dapat memenuhi spesifikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, Furqon. 2009. *Sifat Campuran Beraspal Panas Dengan Asbuton Butir*. Jurnal Terpublikasi. Bandung: Pusat Litbang Jalan dan Jembatan.
- Anonim, 2005. *Pedoman Penggunaan Agregat Slag Besi Dan Baja Untuk Campuran Beraspal Panas*. Pd T-04-2005-B. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga.
- Anonim, 2006. *Pemanfaatan Asbuton Buku 1, Umum*. Pedoman Konstruksi dan Bangunan No. 001-01/BM/2006. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Anonim, 2006. *Pemanfaatan Asbuton Buku 3, Campuran Beraspal Panas dengan Asbuton Olahan*. Pedoman Konstruksi dan Bangunan No. 001-03/BM/2006. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian ini maka disarankan sebagai berikut:

- a. Diharapkan pada penelitian selanjutnya lebih diperhatikan dalam pembuatan rancangan percobaan untuk pembuatan campuran CPHMA dan perhitungan proporsi dari bahan – bahan yang akan digunakan, terutama LGA, kadar aspal minyak penetrasi 60/70, dan penambahan *modifier*.

- Balitbang Kementerian Pekerjaan Umum. 2012. *Asbuton (Aspal Buton)*. <http://litbang.pu.go.id/asbuton-aspal-buton.balitbang.pu.go.id>. (diakses tanggal 23 Juli 2015).
- Bio, Abisha Jehan dan Siagian, Putri M.Y. 2013. *Pengaruh Penggunaan Slag Baja Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Campuran Aspal Porus Standart Australia (AAPA)*. Skripsi. Tidak dipublikasikan. Malang :Universitas Brawijaya.
- Cabrera, J. G. and Dixon, J. R. 1994. *Performance and Durability of Bituminous Material*, Proceeding of Symposium University of Leeds. London.
- Hermadi, Madi. 2008. *Usulan Spesifikasi Campuran Beraspal Panas Asbuton Lawele Untuk Perkerasan Jalan*. Jurnal terpublikasi. Bandung: Puslitbang Jalan dan Jembatan.
- Hermadi, Madi. 2008. *Peluang dan Tantangan Dalam Penggunaan Asbuton Sebagai Bahan Pengikat Pada Perkerasan Jalan*. Jurnal terpublikasi. Bandung: Puslitbang Jalan dan Jembatan.
- Misbah & Firdaus, 2014. *Kajian Penambahan Aspal Asbuton BGA (Buton Granular Asphalt) Dalam Campuran Panas Aspal Agregat (AC-WC) dengan Pengujian Marshall*. Jurnal Momentum. Padang: Institut Teknologi Padang.
- Manurung, Gloria Patricia. 2012. *Analisis Pengaruh Penambahan BGA (Buton Granular Asphalt) dan Polimer SBS Terhadap Sifat Agregat dan Aspal Dari Campuran Panas*. Skripsi. Terpublikasi. Jakarta: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Butonpos. 2013. *Pulau Buton Menyimpan Aspal Terbesar di Dunia*. <http://www.butonpos.com/suara-buton/pulau-buton-menyimpan-aspal-terbesar-di-dunia>. (diakses 7 Februari 2015).
- Siswosoebrotho dan Ismanto, B. 2015. *Laboratory Evaluation of Lawele Buton Natural Asphalt in Asphalt Concrete Mixture*. Jurnal Terpublikasi. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Sukirman, S. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova.
- Sukirman, S. 2003. *Beton Aspal Campuran Panas*. Jakarta: Granit.
- Suprpto. 2004. *Bahan dan Struktur Jalan Raya*. Yogyakarta.: Universitas Gajah Mada.
- Syarwan. 2012. *Kajian Varasi Suhu Pemadatan Pada Beton Aspal Menggunakan Aspal Retona Blend 55*. Jurnal Terpublikasi. Lhokseumawe: Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- Trihendradi, C. 2012. *Step by Step SPSS 20 Analisis Data Statistik*. Yogyakarta: Andi.
- SNI 03-1737-1989, Tata Cara Pelaksanaan Lapis Aspal Beton Untuk Jalan Raya.
- Asphalt Institute. 1989. *The Asphalt Handbook*.